УДК 621.9

С.В. НЕХОРОШКОВ, Ю.С. ДУБРОВ, Г.С. НИКОЛАЕВА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО УДЛИНЕНИЯ СБОРНЫХ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Изложены результаты исследований точности обработки деталей сборными токарными резцами, оснащёнными твердосплавными пластинами повышенной теплопроводности. Установлено повышение точности обработки деталей в результате снижения температурного удлинения сборных резцов с пластинами новой конструкции.

***Ключевые слова**: точность обработки, сборные токарные резцы, температурное удлинение.*

Введение. В современном машиностроении целый ряд тяжелонагруженных деталей с целью повышения долговечности и надежности изготавливается из высокопрочных труднообрабатываемых материалов. К ним, в частности, относится высокомарганцовистая сталь 120Г13. При несомненных эксплуатационных преимуществах (высокая прочность и износостойкость, обусловленные явлением самонаклепа при переменных динамических нагрузках) детали, изготовленные из этой стали, трудно обрабатываются резанием. Это связано с тем, что сталь 120Г13 сильно упрочняется под действием пластической деформации, в результате чего при наклепе в поверхностном слое происходит аустенитно-мартенситное превращение.

Помимо этого марганцовистые стали имеют низкий коэффициент теплопроводности, вследствие чего образующаяся при резании теплота стремится в режущий клин инструмента и приводит к его температурному удлинению. Температурное удлинение способствует увеличению одной из систематических погрешностей обработки, что существенно снижает точность обработки.

Эта проблема становится еще более острой в связи с широким применением станков с ЧПУ, в основном оснащенных сборными инструментами со сменными многогранными пластинами. Известно, что сборные резцы имеют существенный недостаток – высокое термическое сопротивление контакта между режущей и опорной пластинами.

Постановка задачи. Для поиска путей повышения точности обработки деталей, изготавливаемых из труднообрабатываемых материалов, авторами выполнены экспериментальные исследования. С этой целью предложены токарные сменные многогранные пластины новой конструкции, обладающие повышенной теплопроводностью и описанные ранее в работах [1, 2] (рис.1).

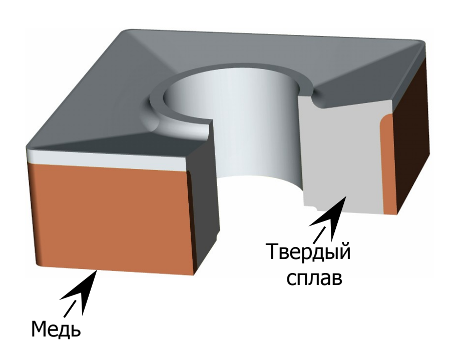
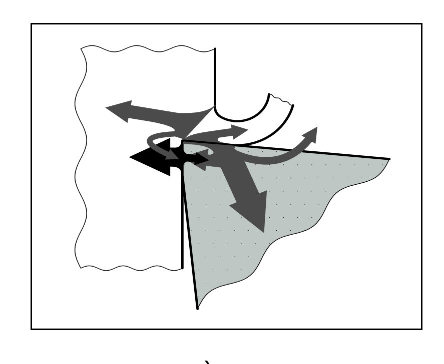
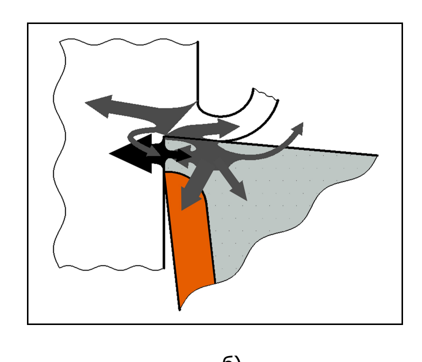


Рис. 1. Твердосплавная пластина
с высокотеплопроводным медным слоем





а) б)

Рис.2. Тепловые потоки через контактные поверхности стандартного резца (а) и пластины повышенной теплопроводности (б)

У предложенной пластины существенно снижается термическое сопротивление. Так как термическое сопротивление – это величина, обратная тепловой проводимости контакта, то очевидна справедливость схемы перераспределения тепловых потоков, показанной на рис.2,а, б.

Таким образом, данная конструкция позволит выгодно перераспределить тепловые потоки в резце и снизить контактную температуру. При этом можно ожидать, что уменьшатся температурные деформации резца и его износ.

Методика исследований. На первом этапе для проверки высказанной гипотезы нами было проведено компьютерное моделирование методом конечных элементов тепловых потоков и распределения температур в сравниваемых пластинах.

В дальнейшем были выполнены сравнительные эксперименты по определению температурного удлинения резца в зависимости от скорости резания при точении стали 120Г13. Резание производилось на токарном станке с ЧПУ модели 16К20Ф3 обычными неперетачиваемыми пластинами и пластинами повышенной теплопроводности. Конструкция станка с ЧПУ не позволяет применить прибор Макарова. Поэтому была разработана новая методика измерения температурного удлинения резца (рис.3).

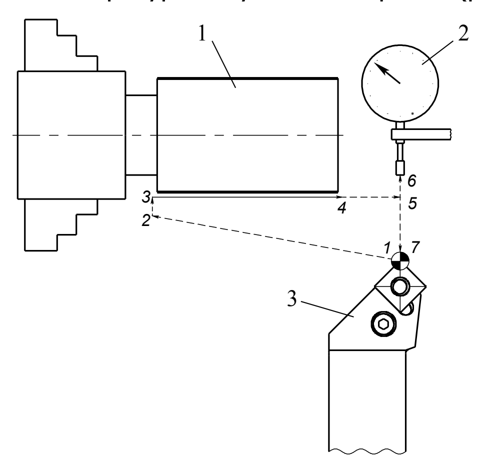


Рис. 3. Методика измерения температурного удлинения сборного токарного резца на станке с ЧПУ: 1 – заготовка; 2 – индикатор (1-ИГМ); 3 – сборный токарный резец

Суть методики заключалась в том, что после обработки заготовки резец на ускоренном ходу перемещался к установленному в максимальной близости индикатору (1-ИГМ с ценой деления 1 мкм) до контакта с его измерительным стержнем. При касании фиксировалось начальное положение стрелки индикатора, после остывания резца – конечное. Разница между начальным и конечным показаниями определяла температурное удлинение.

Результаты исследований. Данные, полученные методом компьютерного моделирования, подтверждают, что применение пластин повышенной теплопроводности выгодно перераспределяет тепловые потоки в резце (рис.4, а, б).

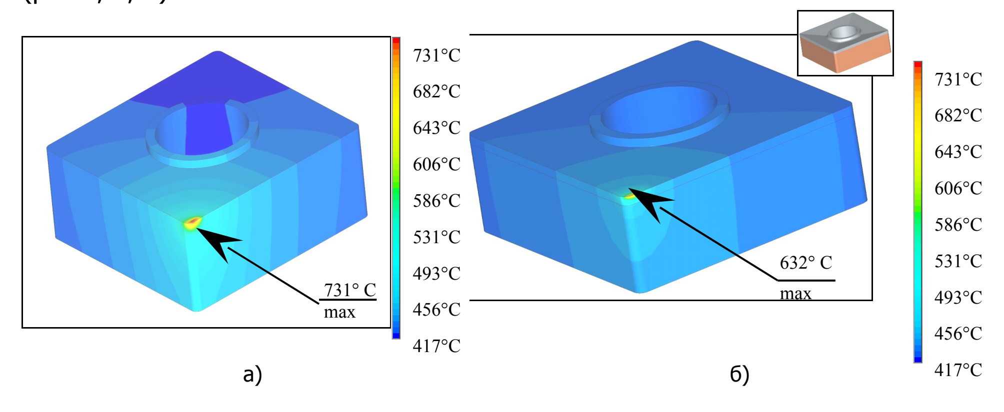


Рис. 4. Модель температурного поля стандартной пластины из твёрдого сплава (а) и пластины повышенной теплопроводности (б)
(Т15К6 – сталь 45; V = 170 м/мин; t = 0,5 мм; S = 0,12 мм/об)

В дальнейшем исследование температурного удлинения пластин производилось при обработке валиков из стали 120Г13 (V= 40-60 м/мин, S= 0,1 мм/об, t = 0,5 мм). Опыты показали, что различие температурного удлинения растёт с увеличением скорости резания (рис.5).

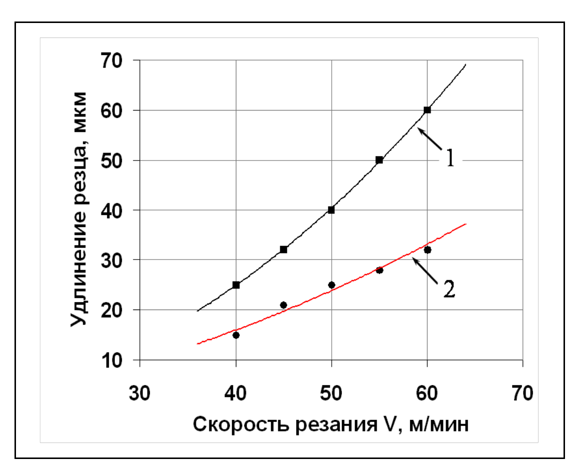
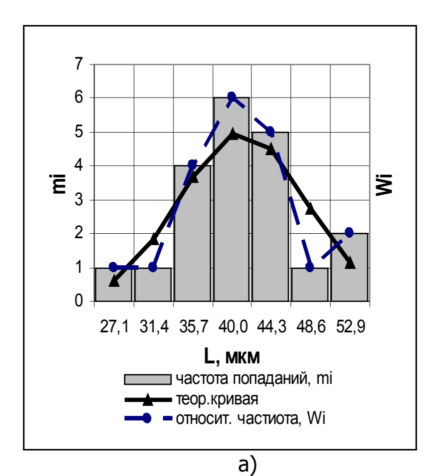
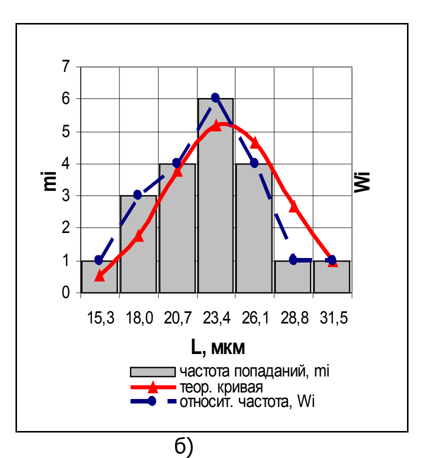


Рис. 5. Зависимость температурного удлинения резца от скорости резания:
1 – стандартная пластина, 2 - пластина новой конструкции
(Т15К6 - 120Г13, S=0,1 мм/об, t=0,5 мм)

Чтобы исключить влияние случайных факторов на результаты исследования, дальнейшие эксперименты проводили с использованием статистических методов обработки. Испытывалось 20 стандартных неперетачиваемых пластин из твердого сплава Т15К6 и такое же количество пластин повышенной теплопроводности.





а) б)

Рис.6. Полигон, гистограмма и выровненная кривая распределения удлинений пластин:
а – стандартные пластины; б – пластины повышенной теплопроводности

Гистограммы показывают, что удлинение инструмента по данным эксперимента подчиняется нормальному закону распределения (рис.6). Теоретическая кривая нормального распределения аппроксимирует экспериментальное распределение с вероятностью в 86%.

Выводы. Компьютерное моделирование методом конечных элементов позволило установить, что применение пластин повышенной теплопроводности выгодно перераспределяет тепловые потоки в резце и, снижая температуру, приводит к уменьшению удлинения инструмента. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных показывает существенность различия средних значений удлинения. Таким образом, снижается вероятность выхода размера обрабатываемой детали за пределы заданного квалитета точности. На основании проделанной работы рекомендуется использовать пластины новой конструкции на режимах тонкого и чистового точения при обработке труднообрабатываемых материалов с низкой теплопроводностью, когда образуются высокие температуры в зоне резания.

Библиографический список

1. *Николаева Г.С.* Неперетачиваемые пластины повышенной теплопроводности //Труды научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава «Транспорт-2003» / Г.С.Николаева, Ю.С.Дубров, М.М.Якушев, С.В.Нехорошков. – Ростов н/Д: Ростов. гос. ун-т путей сообщения, 2003. - Ч.1.

2. *Дубров Ю.С.* Моделирование изменения тепловых потоков в сборных режущих инструментах. // Труды 17-й Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях» Т.5. Секция 5

/Ю.С.Дубров, Г.С.Николаева, С.В.Нехорошков; Под общ. ред. В.С.Бала-кирева. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2004. – 204 с.

Материал поступил в редакцию 4.12.07.

S.V.NEKHOROSHKOV, U.S.DUBROV, G.S.NIKOLAEVA

THE METHOD OF THE WORKING ACCURACY INCREASING WITH THE HELP OF COMBINED LATHE TOOLS.

There are given the research results conformably to the working accuracy with the help of combined carbide-tipped with heightened thermal conductivity lathe tools. The thermal broadening reduction of the newly-designed combined lathe tools is determined.

НЕХОРОШКОВ Сергей Викторович (р.1977), начальник бюро программного управления станков с ЧПУ ОАО «ГРАНИТ». Окончил Ростовскую-на-Дону государственную академию сельскохозяйственного машиностроения (2002).
Научные интересы – обработка материалов резанием.
Автор 17 публикаций.

ДУБРОВ Юрий Семенович (р.1937), доцент кафедры «Технология автоматизированного производства» РГАСХМ, кандидат технических наук (1966). Окончил РИСХМ (1959).
Научные интересы – обработка материалов резанием.
Автор 150 публикаций.

НИКОЛАЕВА Галина Семеновна – доцент кафедры «Основы проектирования машин» РГУПС, кандидат технических наук (1966). Окончила РИСХМ (1960).
Научные интересы – обработка материалов резанием.
Автор 120 публикаций.